FORMACIÓN CONTINUADA

Buceo en altitud y aguas interiores

Lopez-Jurado Marques I, García-Franco Zúñiga F, Ruiz Pardo M, Alfaro Torres E, Arance Gil I, Berrocal M.

Servicio Medicina Subacuática e Hiperbárica. Hospital Militar de Zaragoza

RESUMEN

Las inmersiones que se realizan en altitud y en aguas interiores (lagos, embalses y ríos) presentan una serie de características que las difieren de las realizadas a nivel del mar.

Las propiedades de salinidad, transparencia y temperatura de las aguas interiores condicionan a este tipo de inmersiones. También se presentan como factores influyentes, la baja presión atmosférica, hipoxia, sequedad ambiental y climatología local, propias del ambiente de montaña.

El material (trajes, mascaras y otros accesorios) y los equipos utilizados (buceo autónomo y semiautónomo) para este tipo de inmersiones, es básicamente el mismo a excepción de algunas diferencias. Se revisan las medidas de seguridad generales y las específicas para inmersiones en hielo, lagos, ríos, cuevas, grutas y simas. La orografia condicionará la ruta y los medios de evacuación (aéreos o terrestres).

Para el calculo de las descompresiones según tipo de las inmersiones, se aplican las tablas de altitud; al igual que para los tratamientos, las tablas de tratamiento modificadas.

La patología asociada a estas inmersiones conlleva a un mayor riesgo de hipotermia, otitis externa y enfermedad descompresiva; así como, la patología propia del ambiente de montaña (hipoxia hipobárica y efectos biológicos de las radiaciones ionizantes).

Palabras clave: buceo, control ambiental, enfermedad de las alturas, enfermedad descompresiva

DIVING IN ALTITUDE AND INTERIOR WATERS

ABSTRACT

Plunges, that are carried out in altitude and in interior waters (lakes, reservoirs and rivers), have different characteristics that those at sea level.

Salinity, transparency and temperature of the interior waters condition this type of dives. The drop of atmospheric pressure, hypoxia, environmental dryness and local whether that are characteristic of the mountain atmosphere have their own influence, too.

Materials and equipment (suits, masks and other accessories) used for this type of plunge (autonomous and semiautonomous diving) are basically the same but with some differences. We review general measures of safety and specific ones related to dives in ice, lakes, rivers, caves, grottos and chasms. The orography will condition the route and the evacuation means (by air or terrestrial).

Tables of altitude are applied to calculate decompressions according to the type of dives; the same as for treatments with modified treatment tables.

The pathology associated to these plunges bears to a higher hypothermia risk, external otitis and decompression sickness; as well as, the typical pathology related to the mountain environment (hypobaric hypoxia and ionic radiation biological effects).

Keywords: Diving, Environment Controlled, Altitude Sickness, Decompression Sickness

CONCEPTO DE AGUAS EPICONTINENTALES

Nos vamos a referir a todas las aguas interiores, que incluyen lagos, embalses y ríos.

LAGO: masa de agua que alcanza o rebasa cierta profundidad mínima, suficiente para el establecimiento de un termoclima. Se originan por acumulación de agua en depresiones del terreno. Generalmente, alimentados por uno o varios ríos o glaciares (inmisario) y desaguan a través de un río (emisario), ambos pueden faltar, efectuándose por conductos subterráneos de origen cárstico (formaciones calizas, producidas por la acción erosiva o disolvente del agua), ej.: lago de Bañolas. Las dimensiones son sumamente variables, de lagunas las menores, a mares las

de mayor dimensión (ej.: Mar Caspio). Los tipos de lagos, según su origen:

I. L.Tectónicos, ocupan fosas de hundimiento (ej.: Titicaca)
II. L. Glaciares, ocupan sectores del valle glaciar, por lo tanto, "L. de circo" y "L. de artesa".
III. L. Presa, ocupan valles preexistentes, interrumpidos por desprendimientos tierras...
IV. L. de Cráter o Maar, ocupan cráteres de volcanes apagados.
V. L. origen Cárstico, depresiones cársticas.
VI. L. zonas semiáridas, aguas de crecidas que encharcan depresiones.

IBON: lagos de origen glaciar en Pirineo Aragonés.

EMBALSE: es un híbrido de río y lago, con una tasa de renovación del agua mas lenta que el río pero más rápida que el lago. Es importante, su asimetría entre presa y cola, así como la sedimentación.

RIO: corriente de agua continua más o menos caudalosa que desemboca en otro, lago o mar.

DISTINCION ENTRE AGUAS MARINAS Y EPICONTINENTALES

Se distinguen principalmente por la salinidad y por las dimensiones.

SALINIDAD: las aguas marinas contienen entre 35-39 gr. de sales / Kg. de agua , predominando el cloruro sódico. Las aguas llamadas dulces, tienen un residuo mineral menor, menos de 1 gr./ Kg. de agua, predominando el bicarbonato cálcico. Pero hay muchas aguas internas, que no son dulces, sino saladas , sin embargo por su situación, afinidad de organismos que viven en ellas, se aproximan mas a las aguas dulces.

TRANSPARENCIA: esta se expresa como la profundidad de visión del disco de Secchi. Este es un disco blanco (también, de colores o sectores). Diámetro, generalmente, 30 cm. para el mar y 20 cm. para lagos. En el Mediterráneo y otros mares transparentes, densamente azules, el disco desaparece a profundidad mayor 40 m. Valores comparables, en lagos de aguas muy claras o vacías (ej.: Crater Lake, Oregón). En general, las aguas dulces son menos transparentes, por mayor proximidad de las orillas y desarrollo del placton, lecturas entre 5-20 m.; en aguas turbias, antes de 1 m.

EXTINCIÓN DE LUZ: depende, también, del tamaño y propiedades ópticas de las partículas en suspensión.

TEMPERATURA: se rige por el hecho de que, al menos para el agua dulce, la densidad máxima se alcanza a los 4º, por lo que las aguas frías se encuentran en la profundidad. En regiones con invierno frío, las aguas superficiales se hielan y se observa una estratificación térmica inversa a la del verano.

CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE DE MONTAÑA

1. Altura sobre nivel del mar.

A medida que nos elevamos, disminuye la densidad atmosférica y por lo tanto un descenso de las presiones de los gases: HIPOBARIA. Se manifiesta por la expansión relativa de los gases atrapados por el aparato respiratorio, tubo digestivo u otras cavidades, desde senos paranasales al oído interno.

HIPOXIA, por disminución Pp02, responsable de una menor captación de este gas.

SEQUEDAD AMBIENTAL, descenso Pp vapor de agua.

También, hay una disminución en el calor específico del propio aíre atmosférico, que tiende a enfriarse con suma rapidez y determina un descenso de la temperatura ambiental media de la zona (1ºC / 200 m.).
Por otro lado, disminuye el poder protector de la propia atmósfera frente a las radiaciones.

2. Geografía

La diferencia de altitud, en relación con las llanuras circundantes, determina características climatológicas locales (vientos, precipitaciones agua, nieve o granizo,...)

MATERIAL Y EQUIPOS

El material y equipos, excepto pequeñas diferencias es similar. Existen fundamentalmente, según el punto de vista de suministro:
A. Equipos autónomos, no apoyo desde superficie

-circuito abierto (flujo continuo o a demanda)
-circuito cerrado oxígeno: purificación interior equipo, no burbujas, limitación profundidad

B. Equipos semiautónomos, alimentados desde superficie por mangueras, importante en trabajos de puentes, diques...

Los equipos constan:

- E. Básico: aletas, cinturón de lastre, chaleco...
- Botellas: 1 o 2 (raro más de 2), 100-150 lt. aire o N2-O2, a 150-200 Kg. / cm2.

- - Trajes:
húmedo (espuma de neopreno de 3-7 mm. espesor); seco (completamente estanco, aislando al buceador, son de neopreno o tela engomada y se usa en aguas contaminadas, frías, y en inmersiones prolongadas).
- Máscaras: desde gafas hasta mascaras sofisticadas con comunicación... (se utilizan con trajes secos)
- Material accesorio, muy variado
- Plataforma: punto de apoyo desde superficie, instalación material, rejilla (fondo artificial)
-guindola (semejante ascensor para bajar buzo)
-herramientas neumáticas, hormigonera...

MEDIDAS DE SEGURIDAD Y APOYO LOGISTICO

A. Medidas generales

Planificación

I. planificación inmersión: profundidad, tiempo, equipos, trabajo, visibilidad (cabo unión 2 m.), personal seguridad, ...
II. apoyo sanitario, centros sanitarios próximos (comunicación telefónica...), medios de traslado (lo mas rápido posible)

Prevención

I. condiciones psicofísicas buceador
II. nomas generales seguridad: balizas, señales acústicas y luminosas, cabos ascenso...
III. condiciones equipo y material

Actuación

I. sistema recogida accidentado
II. asistencia inmediata: equipo básico, cámara hiperbárica móvil.

Transporte

I. aéreo, no sobre pasar 300 m. altitud
II. terrestre, evitar puertos de montaña, localización salidas barrancos...

B. Medidas específicas

1. Buceo en hielo, lo más importante, es mantener entrada abierta; protección adecuada, cabo guía, doble reductora (caso congelación) y material accesorio
2. Buceo lagos, tener en cuenta, son zonas que se puede encontrar cualquier tipo de objetos, casas, arboles...
3. Buceo ríos, aumentar lastre y llevar cabo guía, debido a las corrientes
4. Buceo cuevas, grutas y simas, inmersiones a diferentes niveles, por lo que el cálculo de la descompresión es difícil, se utiliza la máxima profundidad alcanzada. Se llevan botellas auxiliares, que se sitúan a lo largo del recorrido (mezcla nitrox, enriquecida oxígeno); cabos guia y sistema de iluminación, aunque sea buena la visibilidad, ya que con las aletas se levantan lodos; dejar las botellas a 2/3 de su capacidad para el regreso, y deben ir protegida de golpes; casco, peligro desprendimientos. El espeleo-buceo, requiere equipos adecuados y entrenamiento especial.

TABLAS DE BUCEO EN ALTITUD

Un buceador que retorna a la superficie en altitud, no vuelve a la presión atmosférica normal a nivel del mar, sino a una presión reducida, que dependerá de la altitud.
Por ello, debe determinarse la PROFUNDIDAD TEÓRICA que sea igual a una inmersión al nivel del mar. Una vez determinada, las tablas de descompresión normales pueden ser utilizadas para determinar la descompresión necesaria. Sin embargo, las paradas de descompresión, también, deben ser modificadas.

Como hallar la PROFUNDIDAD TEÓRICA:

$D1 \times P2 = D2 \times P1$ $D2 = P2 / P1 \times D1$ (Tabla XXI)

D1 : profundidad práctica P1 : presión barométrica en altitud
D2 : profundidad teórica P2 : presión barométrica a nivel del mar (760 mmHg.)

El valor que nos da en la tabla XXI, es el que utilizamos para entrar en tabla II de descompresión.
A la hora de la descompresión se produce el fenómeno inverso, teniendo que pasar de una mayor presión barométrica (a nivel del mar) a otra menor (nivel del lago) por lo que se invierten los términos:

$D2 / D1 = P2 / P1$ $D1 = D2 \times P1 / P2$

Esta operación se realizará tantas veces como paradas haya que convertir a profundidad práctica (tabla XXII). Esto último, también, puede aplicarse a las paradas que se deben realizar en la aplicación de tablas de tratamiento.
Al pasar de nivel del mar a altitud, esperar 12 h., evitando se considere una inmersión sucesiva, o encender ordenador desde inicio viaje.

PATOLOGÍA

1. HIPOTERMIA

2. HIPOXIA: déficit oxígeno a nivel celular, mas grave cuando afecta a nivel neuronal; presentandose con taquicardia, taquipnea, cefalea e insomnio, riesgo edema agudo pulmón o edema cerebral.

3. ORL: otitis frecuentes.

4. EFECTO RADIACIONES: quemaduras cutáneas, conjuntivitis y retinitis actínicas.

5. ENFERMEDAD DESCOMPRESIVA

6. AHOGAMIENTO: aspiración de agua – obstrucción vias respiratorias, no aporte de oxígeno a tejidos – azulado o violáceo (CIANOSIS). Según el agua aspirada, acción diferente sobre el organismo:

   I. Salada (hipertónica respecto a la sangre), en los alveolos se origina una fuga de "suero sanguíneo" que obstruye los bronquios, hemoconcentración sanguínea.
   II. Dulce (hipotónica), paso de agua de alveolos a sangre, hemodilución, aparece hinchado, con destrucción de glóbulos rojos y anemia

1. Otros: aerofagia, aerocolia (distensión de gases); irritación piel y mucosas (sequedad)...

BIBLIOGRAFÍA

1. BATTESTINI, R. Características del ambiente de montaña. Comunidades y actividades humanas. Patogenicidad.Med.Aeroesp.Ambient.,1995;1:150-152
2. CONKIN, J., FOSTER, P.P. Relationship of the time course of venous gas bubbles to altitude decompression illnes. Undersea Hiperb. Med., Vol 23, No.3, Sept.1996:141-150
3. EGI, S.M., BRUBAKK,A.O. Diving at altitude: a review of decompression strategies. Undersea Hiperb. Med.,Vol 22, No.3, Sept.1995:281-300
4. ITO,M., IKEDA, M. Does cold water truly promote diver's ear?. Undersea Hiperb. Med., Vol 25, No.1, Spring 1998: 59-62.
5. IVARS, J. Instrucciones generales para el buceo. Tablas de descompresión. En: GALLAR, F. Medicina subacuática e hiperbárica, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Inst. Social de la Marina, 3ª ed., febrero 1995: 163-205
6. LEACH, J., Mc LEAN, A., MEE, F.B. High altitude dives in the nepali Himalaya. Undersea Hiperb. Med., Vol 21, No.4; December 1994: 459-466
7. TIPTON, M.Y., KELLEHER, P.C. Supraventricular arrhythmias following breath-hold submersions in cold water. Undersea Hiperb. Med., Vol21, No.3, Sept. 1994: 305.314
8. VAN LIEW, M.D., BURKARD, M.E. Testing of hypotheses about altitude decompression sickness by statistical analysis. Undersea Hiperb. Med., Vol 23, No.4, December 1996: 225-234.